Mario Carpino

Breve storia dell'Osservatorio Astronomico di Brera attraverso i suoi strumenti

Milano, novembre 2010

http://www.brera.inaf.it/utenti/carpino/didattica/

Il presente opuscolo vuole essere una breve introduzione alla storia dell'Osservatorio Astronomico di Brera ad uso dei visitatori dell'esposizione di strumenti antichi. La trattazione è volutamente sintetica e di livello divulgativo; chi volesse approfondire l'argomento può rivolgersi ai testi elencati nella Bibliografia finale, dai quali sono estratte le informazioni qui riportate.

Gli strumenti citati in queste pagine (solo una piccola parte degli oggetti visibili nell'esposizione) sono stati selezionati in modo da fornire una panoramica dei principali filoni della ricerca astronomica condotta nell'Osservatorio nei secoli passati. Per un elenco più completo rimando al catalogo curato da Miotto, Tagliaferri e Tucci (vedi Bibliografia).

L'Osservatorio Astronomico di Brera fu fondato nel 1764[1] come un'istituzione ecclesiastica, all'interno del Collegio Gesuitico di Milano. Tuttavia l'edificio in cui esso è situato ha origini molto più antiche, in quanto deriva da un monastero dell'ordine degli Umiliati che sorgeva qui sin dalla seconda metà del XIII secolo. Al monastero era annessa una chiesa (oggi non più esistente), denominata *Santa Maria nella Brera.* Il termine *brera* deriva dal tardo latino-longobardo *braida*[2], che significa *prato,* e in effetti la zona si trovava appena all'esterno della cinta di mura romane della città di Milano e quindi era circondata da prati[3].

Figura 1: Globo celeste di Coronelli (1693).

Nel 1571 l'ordine degli Umiliati fu soppresso[4] da papa Pio V e il cardinale Carlo Borromeo, allora arcivescovo di Milano, affidò il palazzo di Brera ai Gesuiti, assegnando loro il compito di istituirvi una scuola di istruzione superiore per il clero e per la nobiltà. I Gesuiti tennero il palazzo di Brera per circa due secoli (fino al 1773), ampliandolo e ristrutturandolo in più riprese, fino a portarlo praticamente al suo stato odierno[5].

L'insegnamento dei Gesuiti era basato sulle discipline umanistiche (quelle che all'epoca erano raggruppate sotto la denominazione di *trivium*: lingua latina, retorica e filosofia) e sulla teologia, ma comprendeva anche le scienze, e in particolare l'astronomia. Nel corso del '700 i Gesuiti avevano fondato in varie città europee diversi osservatori astronomici[6] che gestivano in proprio[7]. Verso la metà del '700 a Brera non esisteva ancora un osservatorio astronomico, ma si sa che alcuni padri gesuiti conducevano osservazioni di oggetti celesti dai tetti del collegio, servendosi di piccoli telescopi. Non si sa molto di questa attività osservativa (che oggi definiremmo di livello amatoriale) perché non ne rimane alcuna documentazione. Una traccia indiretta è costituita dai due

1 La data si riferisce alla costruzione della nuova specola ad opera del Boscovich, benché le osservazioni astronomiche fossero iniziate qualche anno prima. Le celebrazione del bicentenario della nascita dell'Osservatorio furono convenzionalmente fissate da Francesco Zagar nell'anno 1962 (*«L'aver iniziato le osservazioni a Brera intorno al 1760 e portato i primi istrumenti in sede tra il 1761 e 1762, l'aver continuato l'attività di osservazione durante i lavori di costruzione dell'Osservatorio secondo i piani del Boscovich, mentre l'Osservatorio come tale iniziava il suo funzionamento regolare qualche anno dopo, giustifica la scelta del 1762 quale epoca media per la nascita dell'Osservatorio di Brera a Milano, …»*).

2 A sua volta il termine *braida* deriva probabilmente dal latino *praedia* (proprietà terriere, fondi). La lezione *braida* del termine è ancora visibile nel nome della Biblioteca Nazionale Braidense, situata nello stesso palazzo dell'Osservatorio.

3 Il percorso delle antiche mura romane seguiva le attuali via Monte di Pietà, via dell'Orso e via Cusani; quindi il palazzo di Brera si trovava circa a 200 metri all'esterno di esse. In realtà dopo la distruzione della città di Milano ad opera di Federico Barbarossa (1162) le mura vennero ricostruite secondo un tracciato più ampio, che passava per le attuali via Fatebenefratelli, piazza San Marco e via Pontaccio e che quindi includeva anche la zona di Brera.

4 Sembra che la forte enfasi che gli appartenenti all'ordine ponevano sulla frugalità e semplicità di vita e la loro condanna dei lussi e della rilassatezza dei costumi li avesse messi in conflitto con le gerarchie ecclesiastiche; tra l'altro, in epoca di Controriforma, le loro tesi suonavano pericolosamente vicine a quelle dei protestanti.

5 L'ultimo importante intervento architettonico fu la ricostruzione della facciata su via Brera a opera dell'architetto Giuseppe Piermarini nel 1779, quindi successiva di pochi anni alla partenza dei Gesuiti.

6 I primi osservatori astronomici fondati dai Gesuiti furono quelli di Lione e Marsiglia, nel 1702; nel 1773, anno della soppressione dell'Ordine, essi gestivano una trentina di osservatori.

7 In generale all'epoca gran parte della ricerca scientifica, che oggi viene considerata compito di organizzazioni statali, era invece finanziata e gestita da istituzioni ecclesiastiche o da privati (ad esempio membri dell'aristocrazia dotati di mezzi finanziari e spinti da un forte interesse personale).

Figura 2: Modello in legno del nuovo osservatorio progettato da Boscovich. Il modello (delle dimensioni di circa 1 m) fu costruito nel 1764 e attualmente è esposto al Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia di Milano.
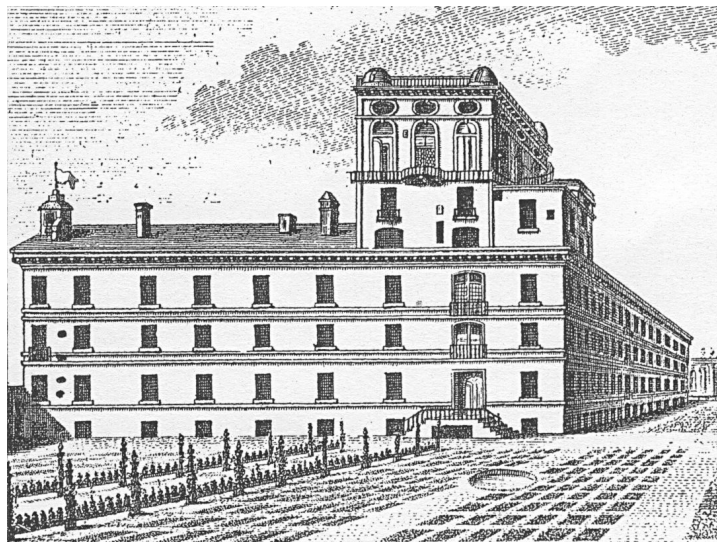
Figura 3: Facciata meridionale del Palazzo di Brera (attualmente prospiciente sull'Orto Botanico, alla fine della via privata Fratelli Gabba) nel 1778, con il nuovo osservatorio progettato dal Boscovich.

globi (uno terrestre e uno celeste), realizzati alla fine del '600 dal famoso geografo veneziano Coronelli, che facevano parte della dotazione del Collegio e che oggi sono patrimonio storico dell'Osservatorio[8] (Figura 1). Sappiamo però che nel 1760 due padri gesuiti di Brera, Giuseppe Bovio e Domenico Gerra, scoprirono una nuova cometa e ne diedero notizia alla cittadinanza utilizzando un mezzo di informazione all'epoca molto diffuso, cioè affiggendo manifesti per la città[9]. Fu forse il successo di questa scoperta a convincere il rettore del Collegio di Brera, padre Federico Pallavicini, a potenziare l'attività astronomica fondando un vero osservatorio. A questo scopo egli fece venire da Marsiglia (dove, come abbiamo detto, i Gesuiti avevano già un osservatorio astronomico) un astronomo esperto, padre Luigi La Grange[10], e gli affidò il compito di fondare la specola di Brera. Padre La Grange giunse a Brera nel 1762; a partire dall'anno successivo iniziarono le regolari osservazioni astronomiche e le misurazioni meteorologiche[11].

La Grange fu aiutato nella fondazione dell'Osservatorio da un altro padre gesuita, Ruggero Boscovich (1711-1787), che in quegli anni teneva la cattedra di matematica all'Università di Pavia (all'epoca l'unica università in Lombardia). Probabilmente il Boscovich aveva visitato il Collegio di Brera, aveva saputo dell'intenzione di fondare un osservatorio e si era appassionato all'idea; nel 1764 gli venne affidato ufficialmente il compito di preparare il progetto per il nuovo osservatorio. Boscovich era una personalità scientifica di primo piano; la sua opera principale, la *Philosophiae naturalis theoria* (1758), una specie di enciclopedia di scienze naturali, è uno dei trattati scientifici più autorevoli e più citati della seconda metà del XVIII secolo. Boscovich era anche esperto in architettura e ingegneria civile e in pochi mesi progettò e fece costruire i locali che dovevano ospitare il nuovo osser-

8 I due globi sono attualmente esposti al Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia di Milano.

9 *«Alli 6 del corrente Febbraio circa le ore 8 di sera fu da due Padri professori in questa Università di Brera della Compagnia di Gesù osservata ad occhio nudo la sembianza di una stella nebulosa minore di mole, ma di egual luce alla nebulosa Presepe nel cuor del Cancro. Essa era nella costellazione del Lione lontana a stima d'occhio quattro gradi incirca d'un gran cerchio dalla Stella Regulus … Osservata col telescopio fu discoperta cometa. La testa involta in atmosfera nebbiosa, corta corda, e sfumata ad Ostrolebeccio …»*

10 (1711-1783); questo padre La Grange non ha nessun legame di parentela con il più famoso matematico e astronomo Joseph-Louis Lagrange (1736-1813).

11 Le osservazioni meteorologiche dell'Osservatorio di Brera, iniziate nel 1763 e proseguite senza interruzione fino al presente, costituiscono la più lunga serie storica di osservazioni meteorologiche omogenee effettuate in Lombardia.

vatorio, alla sommità dell'angolo sud-orientale del Palazzo di Brera. Esso era composto da due piani: il piano inferiore era diviso in cinque stanze, che ospitavano i quadranti murali, gli orologi a pendolo e altri strumenti; il piano superiore consisteva di un'unica stanza, di pianta ottagonale, ed era usato per le osservazioni con i telescopi e per le lezioni dimostrative di astronomia per il pubblico[12]. Sopra la stanza ottagonale si trovava una terrazza dotata di due cupole coniche (Figure 2 e 3). Il risultato fu estremamente soddisfacente, tanto che nel 1776 Lalande ne scriveva in termini elogiativi sul *Journal des Savants*, augurandosi che se ne pubblicasse una descrizione dettagliata a beneficio di tutti gli astronomi[13]. E più di un secolo dopo, facendo la storia dei primi anni di attività dell'Osservatorio, Schiaparelli osservava: «Così in breve tempo era sorto in Milano un Osservatorio, assai ben costituito». In pochi anni l'Osservatorio di Brera divenne la più importante istituzione astronomica in Italia, dove si formavano come apprendisti i migliori scienziati, che poi venivano assunti presso altri istituti[14]. Questa situazione di predominio scientifico durò almeno fino al primo ventennio dell'Ottocento[15].

Benché formalmente il direttore dell'Osservatorio fosse La Grange, di fatto l'attività scientifica era pianificata e diretta dal Boscovich. I due avevano caratteri e impostazioni scientifiche quasi opposte: Boscovich era eclettico e intraprendente e aveva progetti ambiziosi per il futuro dell'Osservatorio; La Grange era molto più cauto, legato a un mentalità scientifica molto più tradizionale, e preoccupato di contenere le spese per l'acquisto di strumentazione. In breve tra i due sorse un dissidio; nel 1772 Boscovich diede le dimissioni da tutti i suoi incarichi e lasciò l'Osservatorio. L'anno successivo (1773) l'ordine dei Gesuiti su soppresso da papa Clemente XIV; il Collegio di Brera, con l'annesso Osservatorio, venne statalizzato e passò sotto le dirette dipendenze del governo austriaco a Milano. Gli Austriaci dimostrarono subito un particolare interesse per lo sviluppo dell'Osservatorio, dotandolo dei mezzi economici e del personale necessari per proseguire nelle linee di sviluppo tracciate dal Boscovich; già nel 1773 essi fecero venire appositamente da Vienna Joseph (Giuseppe) Megele, tecnico specializzato nella costruzione di apparecchi ottici e meccanici, a cui si deve gran parte della nuova strumentazione costruita nell'Osservatorio fino al 1816 (anno della sua morte); nel 1775 giunse all'Osservatorio un nuovo astronomo, Barnaba Oriani[16], che poco dopo ne divenne direttore.

12 Boscovich teneva regolarmente serate di osservazione rivolte al pubblico. Nonostante sia stato criticato per questa attività di divulgazione scientifica, considerata dalle autorità come un *«puro sterile spettacolo»*, egli sostenne fino alla fine l'importanza *«di dar idea nel paese degli istrumenti, dell'uso loro, e delle osservazioni astronomiche»*.

13 *«Toutes les parties de cet Observatoire sont disposées avec tant d'intelligence et de gènie, que l'ouvrage qui en contiendra la description ne pourra qu'être très utils aux astronomes»* (Tutte le parti di questo Osservatorio sono disposte con tanta intelligenza e genio che l'opera che ne conterrà la descrizione non potrà che essere estremamente utile agli astronomi); l'elogio è tanto più significativo in quanto proviene da uno dei maggiori astronomi dell'epoca.

14 Ad esempio Carlo Brioschi, allievo a Brera dal 1805, nel 1819 fu nominato direttore dell'Osservatorio di Capodimonte a Napoli; Giovani Santini, che aveva studiato a Milano dal 1805, nel 1817 divenne direttore dell'Osservatorio di Padova; Giovanni Plana, allievo a Brera nel 1810, nel 1813 assunse la direzione dell'Osservatorio di Torino; anche Giuseppe Bianchi, il fondatore dell'Osservatorio di Modena, aveva studiato a Milano nel 1814.

15 La torretta osservativa costruita dal Boscovich rimase essenzialmente nel suo stato originale fino al 1880, quando fu smantellata dallo Schiaparelli per costruire al suo posto una nuova cupola per il rifrattore Merz-Repsold da 49 cm. La cupola di Schiaparelli fu danneggiata dai bombardamenti di Milano durante la Seconda Guerra Mondiale; nel 1956 (dopo che il Merz-Repsold, nel 1936, era stato trasferito a Merate) essa venne ricostruita per ospitare tre strumenti dei passaggi. La nuova cupola aveva una copertura costituita da quattro lastre triangolari che si aprivano verso l'esterno come i petali di un fiore, lasciando libere solo due strisce di cielo in direzione dei quattro punti cardinali (questa apertura era sufficiente per eseguire osservazioni in meridiano e nel primo verticale); per questo motivo la cupola era correntemente indicata con il nome di *Cupola a fiore* (Figura 26). In seguito, dopo la cessazione di ogni attività osservativa dalla sede di Brera, la cupola è stata trasformata in una sala per conferenze, che nel 2001 è stata intitolata alla memoria di Francesco Zagar (direttore dell'Osservatorio dal 1948 al 1971).

16 Oriani era famoso a livello internazionale soprattutto per i suoi lavori di meccanica celeste; a lui si devono il primo calcolo accurato dell'orbita del pianeta Urano (scoperto nel 1781 da William Herschel) e la determinazione dell'orbita del primo asteroide, Cerere, scoperto da Giuseppe Piazzi nel 1801.
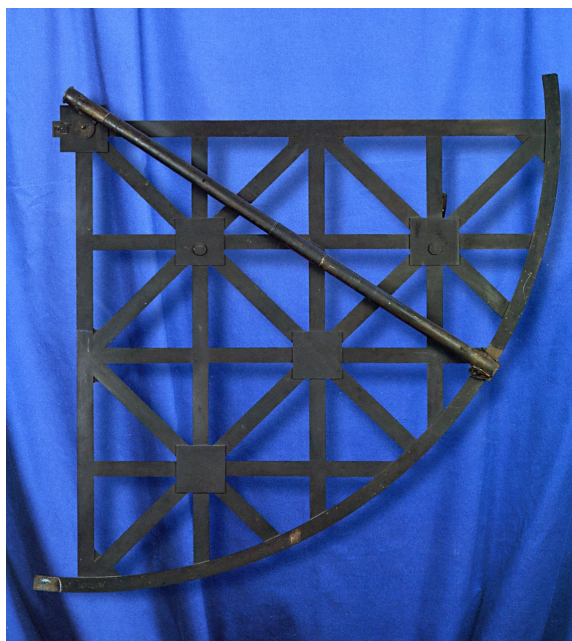
Figura 4: Quadrante murale di Canivet (1768).
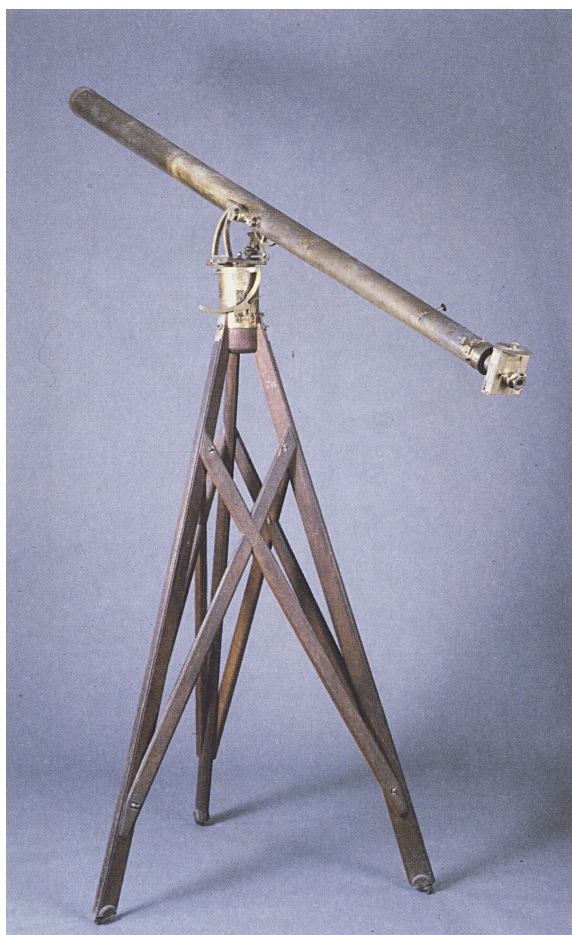
Figura 5: Rifrattore Dollond-Megele (1778).

Nel 1774, su richiesta dell'Imperatrice Maria Teresa d'Austria, l'Osservatorio pubblicò il primo volume delle *Effemeridi di Milano*[17], un annuario astronomico che in breve divenne famoso e apprezzato in tutto il mondo[18]. Vediamo ora alcuni degli strumenti che erano utilizzati nell'Osservatorio durante i suoi primi anni di attività.

Quadrante murale (1768). Si tratta di uno dei primissimi strumenti di precisione acquisiti dall'Osservatorio nel periodo immediatamente successivo alla sua fondazione; fu acquistato a Parigi dal costruttore Canivet, una scelta sicuramente dettata da motivazioni economiche, perché all'epoca gli strumenti di produzione francese non avevano la stessa precisione di quelli inglesi, ma il loro prezzo era inferiore. Lo strumento era utilizzato per misurare l'altezza di un astro sull'orizzonte al suo passaggio al meridiano: consiste di un telaio di ferro avente la forma di un quarto di cerchio (del raggio di 195 cm) che era fissato in modo permanente a un muro orientato in direzione nord-sud, in modo da poter osservare gli astri quando passavano al meridiano. Al telaio è fissato un telescopio che può ruotare in un piano verticale attorno a un perno; all'estremità inferiore del telescopio è fissato un nonio che permette di leggere l'angolo di elevazione su una scala graduata incisa lungo il perimetro del telaio.

Telescopio rifrattore (1778). La lente acromatica che costituisce l'obiettivo di questo telescopio fu acquistata a Londra da Dollond, uno dei migliori produttori di ottiche dell'epoca; tutto il resto dello strumento (tubo, montatura, movimentazione, treppiedi) fu invece costruito a Brera da Giuseppe Megele. La lente ha un diametro piuttosto piccolo per gli standard del giorno d'oggi (7.6 cm) ma la sua lunghezza focale è molto elevata (244 cm), con un risultante rapporto focale di f/32. Usare uno strumento di questo tipo richiedeva un certo grado di abilità ed esperienza. Al forte ingrandimento del telescopio la rotazione diurna della volta celeste è molto evidente e porterebbe l'oggetto osservato fuori dal campo di vista nel giro di poche decine di secondi. Perciò l'os-

17 L'annuario comprendeva due sezioni: la prima era costituita da una serie di tabelle con le posizioni previste per il Sole, la Luna e i pianeti, utilizzate dagli astronomi per le osservazioni; la seconda conteneva una raccolta di articoli scientifici. La pubblicazione dell'annuario continuò senza interruzioni per un secolo esatto, fino al 1874.

18 Su richiesta del cancelliere von Kaunitz, l'annuario venne redatto in lingua latina per facilitarne l'utilizzo anche fuori dall'Italia.
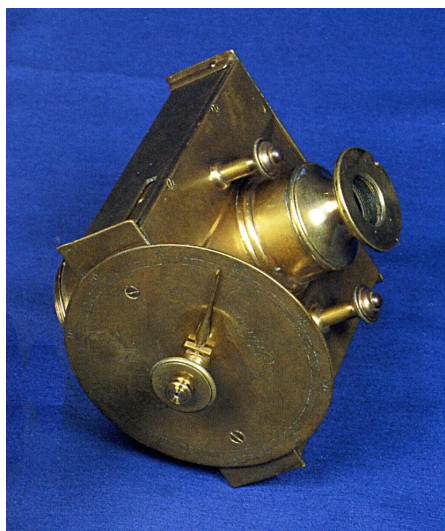
Figura 6: Micrometro Megele (1778).

servatore deve correggere continuamente il puntamento del telescopio, inseguendo il moto apparente dell'astro. Alla latitudine di Milano il polo Nord (attorno a cui sembra ruotare tutta la volta celeste) si trova a un'altezza di circa 45° sull'orizzonte e quindi il moto apparente di un astro segue un percorso obliquo rispetto all'orizzonte. La montatura di questo strumento è del tipo chiamato *altazimutale*, cioè il telescopio può essere ruotato indipendentemente attorno a due assi, orizzontale e verticale. Perciò per seguire il moto di un astro l'osservatore doveva agire contemporaneamente su entrambi i movimenti, che per questo scopo erano dotati di due comandi per mezzo di viti senza fine, che potevano essere comandate attraverso due lunghe barre munite di giunti cardanici (in questo modo l'astronomo poteva controllare i movimenti senza muoversi dalla sua posizione di osservazione, dietro all'oculare). Alla fine del Settecento la fotografia non esisteva ancora e tutte le osservazioni venivano effettuate a occhio nudo, il che non escludeva la possibilità di effettuare misurazioni precise, ad esempio attraverso un micrometro filare (la scatoletta metallica che si vede applicata all'oculare del telescopio nella Figura 5).

Micrometro filare (1778). Anche questo strumento fu costruito da Giuseppe Megele, a dotazione del rifrattore Dollond, per misurare la distanza angolare tra corpi celesti. Consiste in una scatoletta metallica che contiene due sottili fili paralleli: uno è fisso, mentre l'altro può essere spostato, avvicinandolo o allontanandolo dal primo, per mezzo di una manopola. La misura avveniva puntando il telescopio in modo che il filo fisso fosse sovrapposto a uno dei due astri; quindi il secondo filo veniva spostato fino a coincidere con il secondo astro; l'angolo di rotazione della manopola, letto su una opportuna scala graduata incisa su un disco metallico, indicava la distanza tra i fili, da cui si poteva calcolare la distanza angolare tra i due oggetti.

Macchina parallattica (1784). Si tratta di un telescopio[19] con obiettivo del diametro di 8.4 cm e lunghezza focale di 120 cm, notevole soprattutto per la sua montatura, di tipo più evoluto rispetto a quella del rifrattore Dollond. In questo tipo di montatura (che oggi viene chiamata *equatoriale*) l'asse principale attorno a cui può ruotare lo strumento non è verticale (come nelle montature altazimutali) ma inclinato rispetto all'orizzonte in modo da puntare esattamente in direzione del polo Nord celeste. In questo modo la compensazione della rotazione diurna può essere eseguita ruotando lo strumento solo attorno a questo asse, con un
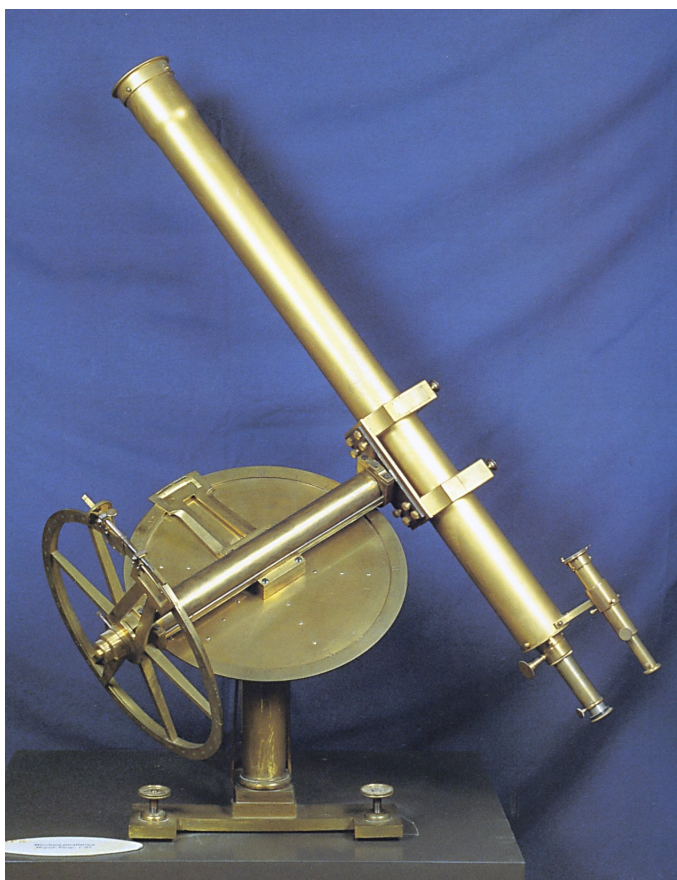
Figura 7: Macchina parallattica Mégnié (1784).

19 Solo la montatura è originale; il telescopio mostrato nella fotografia è una ricostruzione moderna.

Figura 8: Circolo moltiplicatore Reichenbach (1808).

notevole vantaggio in termini di facilità di inseguimento e semplicità operativa. Un'altra caratteristica avanzata dello strumento è che le scale graduate per la lettura delle coordinate dell'oggetto osservato si estendono su un'intera circonferenza invece che su un solo quadrante. Ciò permetteva di eseguire l'*inversione*, cioè ripetere la misura con il telescopio ruotato di 180° e mediare i due valori ottenuti, eliminando parte degli errori sistematici dovuti a imprecisioni nella divisione del cerchio graduato[20].

Circolo moltiplicatore (1808). Lo strumento è opera di Reichenbach (Monaco, Germania), uno dei migliori produttori di strumenti ottici dell'epoca. Per la sua grande precisione fu uno degli strumenti principali in uso nell'Osservatorio per lavori di astronomia fondamentale (determinazione della latitudine e della longitudine dell'Osservatorio, compilazione di cataloghi stellari, studi sulla rifrazione atmosferica, misurazioni dell'obliquità dell'eclittica) fino al 1850. Il fatto stesso che l'Osservatorio potesse permettersi l'acquisto di uno strumento così sofisticato testimonia la sua importanza come istituzione scientifica e del sostegno di cui godeva da parte delle autorità. Lo strumento è composto da un telescopio montato su un cerchio verticale di 100 cm di diametro; il telescopio è fissato a un braccio rotante (*alidada*) che reca un indice dotato di nonio, per mezzo del quale è possibile leggere l'angolo di elevazione con una precisione di poco superiore al secondo d'arco. Al fine di garantire la perfetta verticalità dello strumento e la sua stabilità nel tempo, esso era posto su una base di pietra e ancorato a due spessi pilastri di granito, collegati in alto da una trave di ferro a cui era fissata l'estremità superiore della colonna centrale (dotata di quattro viti con le quali si poteva regolare finemente la sua inclinazione). Una particolarità di questo strumento è che la scala graduata del cerchio verticale non è incisa direttamente sul telaio, ma su una corona circolare separata che può essere ruotata rispetto al telaio. La corona è dotata di due morse che possono bloccarne la sua posizione o rispetto al telaio (in modo che la scala di lettura diventa fissa, come negli strumenti normali), oppure rispetto all'alidada (in modo che la scala graduata si muove solidalmente con il telescopio quando questo viene fatto ruotare attorno al perno centrale). Questo dispositivo permetteva di eseguire le misure utilizzando una procedura particolare chiamata *ripetizione (o moltiplicazione) degli angoli*[21].

20 Questa macchina parallattica, prodotta dal costruttore francese Mégnié, faceva originariamente parte dell'attrezzatura dell'osservatorio privato di Antonio Cagnoli, diplomatico veronese che si dedicava all'astronomia a livello amatoriale ma con risultati di altissimo livello, tanto che era tenuto in grande stima dai maggiori scienziati francesi dell'epoca. Quando l'osservatorio del Cagnoli fu danneggiato dal bombardamento di Verona a opera delle truppe di Napoleone Bonaparte (1797), parte degli strumenti furono trasferiti all'Osservatorio di Brera.

21 La procedura consisteva nel *ripetere* più volte la misura, puntando alternativamente i due astri di cui si voleva deter-

Figura 9: Pendolo Robin (1784).

Orologio a pendolo (1784). Un orologio di precisione è uno strumento indispensabile in un osservatorio astronomico, in quanto la misura del tempo (e quindi dell'angolo di rotazione della Terra rispetto alla volta celeste) permette di calcolare la relazione tra il sistema di riferimento locale (definito dal piano orizzontale e dalla direzione del meridiano) e il sistema di riferimento siderale, solidale con la volta celeste[22]. La misura esatta del tempo permette quindi di calcolare le coordinate celesti di un astro a partire dalle coordinate misurate da uno strumento come un quadrante murale o un circolo moltiplicatore. Inversamente, la registrazione dell'istante del passaggio di un astro al meridiano permette di determinare il tempo locale; per questo motivo gli osservatori astronomici avevano anche il compito di mantenere una precisa scala dei tempi che serviva come punto di riferimento primario per tutti gli usi scientifici e civili. In questo esemplare di pendolo[23], opera del costruttore francese Robin, l'asta che regge il peso oscillante ha una struttura "a griglia", formata da barre di metalli diversi (ottone e ferro): la geometria della griglia era calcolata in modo che la dilatazione termica dei diversi elementi si compensasse esattamente cosicché la lunghezza dell'asta (e quindi il periodo di oscillazione) rimanesse costante al variare della temperatura.

Le caratteristiche degli strumenti sopra descritti sono legate al tipo di astronomia che veniva praticata all'epoca e che era incentrata (a Brera come in altri osservatori) sui campi che oggi vengono chiamati *astronomia di posizione* (determinazione delle coordinate geografiche), *astrometria* (misurazione delle coordinate di astri sulla volta celeste) e *meccanica celeste* (calcolo delle orbite dei pianeti e dei loro satelliti naturali). Tutte queste misurazioni richiedevano telescopi capaci di produrre un forte ingrandimento (per poter raggiungere la risoluzione angolare necessaria per puntare con precisione gli oggetti e per risolvere astri vicini) e quindi dotati di elevata lunghezza focale[24]. Al contrario non era necessario avere un diametro elevato dell'obiettivo, perché gli oggetti os-

minare la distanza angolare. Nel movimento di andata si teneva bloccata la scala graduata contro il telaio, facendo scorrere su di essa l'alidada; nel movimento di ritorno si sbloccava la morsa che connetteva il cerchio graduato al telaio e si serrava quella che lo fissava all'alidada cosicché questa, ritornando alla posizione di partenza, si trascinava dietro il cerchio graduato. In questo modo, alla fine delle ripetizioni, la posizione dell'indice dell'alidada sulla scala graduata corrispondeva a un multiplo dell'angolo misurato; dividendo la lettura per il numero di ripetizioni, si otteneva un valore dell'angolo cercato che era affetto da un errore inferiore a quello che si sarebbe ottenuto con una misura singola.

22 Le coordinate di un astro sulla volta celeste sono definite da due angoli chiamati *ascensione retta* e *declinazione*, che sono esattamente l'analogo della longitudine e della latitudine sulla superficie terrestre, tranne per il fatto che sono riferiti a direzioni fisse rispetto alle stelle (equatore celeste e punto γ nella costellazione dell'Ariete) invece che rispetto alla Terra (equatore terrestre e meridiano di Greenwich).

23 Anche questo pendolo proviene dall'osservatorio di Antonio Cagnoli a Verona.

24 L'ingrandimento di un telescopio è uguale al rapporto tra la lunghezza focale dell'obiettivo e quella dell'oculare. Teoricamente un elevato ingrandimento potrebbe quindi essere ottenuto anche diminuendo molto la lunghezza focale dell'oculare; tuttavia in pratica esistono limiti fisici e costruttivi alla lunghezza focale minima dell'oculare cosicché, per raggiungere forti ingrandimenti, è anche necessario usare un obiettivo di lunghezza focale elevata.

Figura 10: Milano e i paesi vicini nella carta della Lombardia del 1788-96.

servati erano piuttosto brillanti[25]. Poiché dalle misurazioni delle posizioni di astri si possono ricavare le coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito osservativo, gli astronomi del '700 si occupavano anche di *geodesia* e *topografia*. In particolare, nel 1788 gli astronomi di Brera ricevettero dal governo austriaco il compito di eseguire i rilevamenti topografici che dovevano servire per redigere una nuova carta geografica dei territori del Milanese e del Mantovano (cioè della parte della Lombardia che era sotto il dominio dell'Austria). Naturalmente a quell'epoca esistevano già carte geografiche della Lombardia, ma si trattava di mappe redatte soprattutto per uso catastale, cioè per poter misurare la superficie delle proprietà terriere in modo da applicarvi le tasse; erano quindi rappresentazioni accurate sulla piccola scala, ma contenevano grossi errori su media e grande scala (ad esempio nelle distanze tra le città). Poiché era impossibile pensare di portare in giro per il territorio strumenti astrometrici come cerchi meridiani o circoli moltiplicatori (molto precisi ma anche molto pesanti, e che richiedevano complicate strutture di sostegno e complesse procedure di allineamento), gli astronomi utilizzarono, per la prima volta in Italia, un procedimento che poi venne ampiamente usato in geodesia fino ai tempi moderni, e cioè quello della *triangolazione geodetica*. L'intero territorio veniva diviso in una fitta rete di triangoli i cui vertici, a distanza di pochi chilometri l'uno dall'altro, coincidevano con elementi del paesaggio facilmente visibili e identificabili anche da lontano: vette di montagne, tetti di edifici particolarmente alti, campanili, ecc. Gli astronomi si recavano poi in ciascuno di questi punti e misuravano gli angoli tra le linee di vista di tutti gli altri punti della rete che erano visibili da esso. In questo modo il territorio risultava solcato da una rete di triangoli, i cui angoli al vertice erano tutti conosciuti in base alle misurazioni; per mezzo di calcoli trigonometrici era allora possibile calcolare esattamente la geometria della rete a meno di un fattore di

25 La quantità di luce raccolta da un telescopio è proporzionale all'area dell'obiettivo, cioè al quadrato del suo diametro.

scala[26]. Il fattore di scala poteva essere determinato separatamente misurando la lunghezza di alcune delle linee di base[27]. La campagna di rilevamento durò sei anni, dal 1788 al 1794[28]; sulla base delle misurazioni effettuate venne preparata la nuova carta, disegnata da Giacomo Pinchetti e riportata su nove lastre di rame (otto per i fogli della mappa vera e propria e una per il frontespizio) dal famoso incisore Benedetto Bordiga. L'incisione dell'ultima lastra rimase incompleta perché i lavori furono interrotti da un evento politico inatteso: la discesa in Italia di Napoleone Bonaparte, che il 10 maggio 1796 sconfisse gli Austriaci a Lodi e pochi giorni dopo entrò trionfalmente in Milano. Gli Austriaci si ritirarono, portando con sé a Vienna le lastre di rame della carta della Lombardia (che naturalmente avevano anche un grande interesse dal punto di vista militare)[29]. Esaminiamo ora alcuni degli strumenti che sono stati utilizzati per la campagna geodetica del 1788-94.
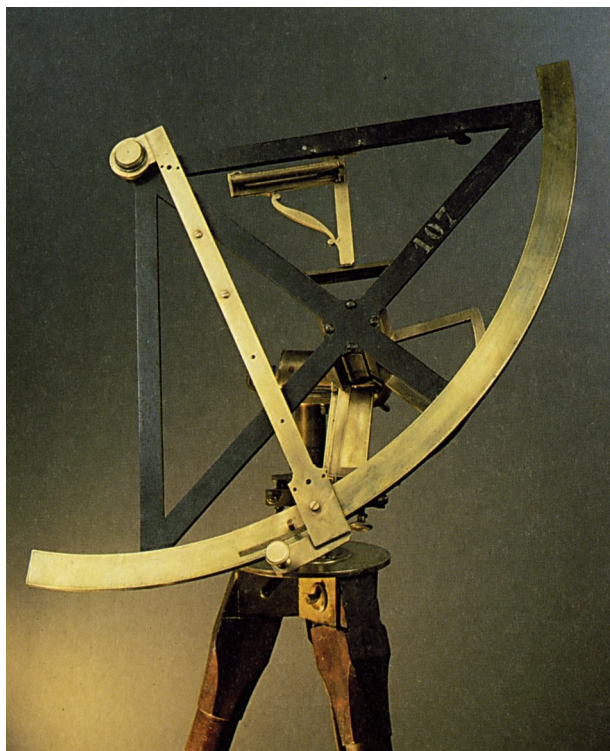
Figura 11: Quadrante portatile Megele (1784).

Quadrante portatile (1784). Si tratta dello strumento principale utilizzato per la misura degli angoli nei vertici della rete geodetica. Lo strumento, costruito da Giuseppe Megele, ci è giunto in condizioni incomplete; originariamente infatti era dotato di due piccoli telescopi che successivamente sono stati rimossi (probabilmente per essere utilizzati per altri scopi): uno di essi era fissato al lato superiore della struttura del quadrante, l'altro era attaccato al braccio rotante (alidada). I due telescopi, entrambi dotati di reticolo a croce, venivano puntati separatamente sui due oggetti di cui si voleva misurare la distanza angolare: il valore corrispondente dell'angolo poteva quindi essere letto per mezzo del nonio sull'alidada.

Sbarre per la misura di basi geodetiche (1788). Si tratta di tre sbarre di metallo, anch'esse costruite da Giuseppe Megele, utilizzate per la misura di basi geodetiche. Le sbarre sono di ferro e hanno una sezione a forma di T, in modo da renderle più rigide; vicino alle estremità sono incise due sottili tacche alla distanza esatta di due tese parigine[30]. Ogni sbarra è dotata di una guida di legno, lunga

26 In generale se si conosce la misura degli angoli di un triangolo è possibile calcolare il *rapporto* tra le misure dei suoi lati, ma non la lunghezza di alcuno di essi. Ad esempio, si sa che un triangolo che ha tutti gli angoli uguali (pari a 60°) è *equilatero*, cioè ha anche tutti i lati uguali (senza che da questo si possa dire nulla sulla lunghezza effettiva di ciascun lato). Oppure, se un triangolo ha un angolo retto e gli altri due angoli di 45°, si sa che si tratta della metà di un quadrato, quindi i due lati adiacenti all'angolo retto hanno lunghezza uguale, mentre il lato opposto ha lunghezza maggiore di $\sqrt{2}$ volte. La trigonometria permette di estendere questi concetti, fornendo formule che permettono di calcolare il rapporto tra le misure dei lati per qualsiasi valore degli angoli del triangolo. Estendendo questi calcoli all'intera rete geodetica, è possibile allora calcolare il rapporto tra le lunghezze di tutti i lati che la compongono, senza tuttavia conoscere le dimensioni effettive di alcuno di essi.

27 In linea di principio sarebbe sufficiente misurare una sola linea di base; in pratica, al fine di minimizzare la propagazione degli errori di misura, solitamente venivano misurate diverse basi, opportunamente distribuite su tutta la rete geodetica.

28 Occorre tenere presente le condizioni logistiche dell'epoca: gli astronomi dovevano trasportare le loro pesanti attrezzature in punti spesso non facilmente raggiungibili, percorrendo itinerari disagevoli a piedi, a dorso di mulo o in barca.

29 Le lastre, restituite a Brera nel 1804, sono attualmente conservate nell'archivio dell'Osservatorio.

30 Una tesa parigina dell'epoca corrispondeva a 194.9 cm, quindi le sbarre sono lunghe circa 4 m.
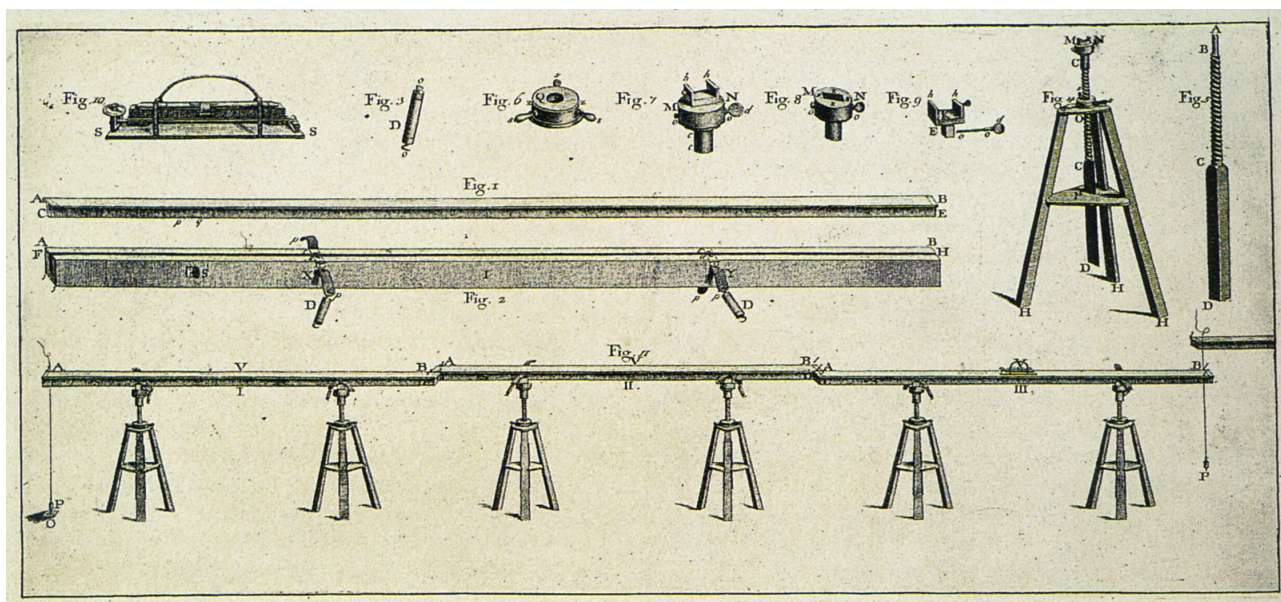
Figura 12: Illustrazione del modo di utilizzare le sbarre per la misura di basi geodetiche.

Figura 13: Particolare delle sbarre per la misura di basi geodetiche; è visibile la cremagliera che permetteva il posizionamento preciso della sbarra all'interno della sua guida.

come la sbarra, entro cui essa può scorrere, appoggiata su piccole rotelle di metallo. La misura veniva effettuata sistemando le guide di legno su appositi cavalletti, uno di seguito all'altra, controllando con un piccolo telescopio che le sbarre fossero perfettamente allineate (Figura 12). Quindi si faceva scorrere la sbarra entro la propria guida finché la sua tacca d'inizio combaciasse con la tacca di fine della sbarra precedente; a questo scopo le guide erano dotate di un ingranaggio che agiva su una cremagliera presente sul bordo inferiore delle sbarre (Figura 13). Ripetendo questo procedimento, sbarra dopo sbarra, si copriva la distanza da misurare: il conteggio delle sbarre utilizzate dava il valore della distanza. Durante la misurazione si registrava con un termometro la temperatura atmosferica in modo da poter correggere la lunghezza della sbarra per gli effetti di dilatazione termica. Con queste sbarre è stata effettuata la misura di una linea di base della lunghezza di circa 10 km nei pressi del paese di Somma Lombardo (dove attualmente si trova l'aeroporto di Malpensa[31]); la misura è stata ripetuta in senso inverso per avere una stima dell'errore, che è risultato di soli 5 cm[32].

Nel 1797 la Lombardia divenne parte della Repubblica Cisalpina, sotto il controllo dei Francesi; il

31 Non si tratta di una coincidenza: per la misura della base era stata scelta una zona perfettamente pianeggiante, in modo da poter allineare facilmente le sbarre; questa stessa caratteristica è stata poi sfruttata per costruire la pista di atterraggio dell'aeroporto.

32 Un risultato notevole, se si pensa alla semplicità dei mezzi utilizzati. Un secolo dopo la base è stata controllata con apparecchiature più moderne, confermando la precisione della misura originale. Commentando questo risultato, Schiaparelli (1880) osservava: *«E questo lavoro sembrerà ancora più mirabile a chi pensi che esso fu fatto da tre poveri preti sotto il sollione della deserta brughiera, senz'altro aiuto che del macchinista Megele e di quattro contadini».*
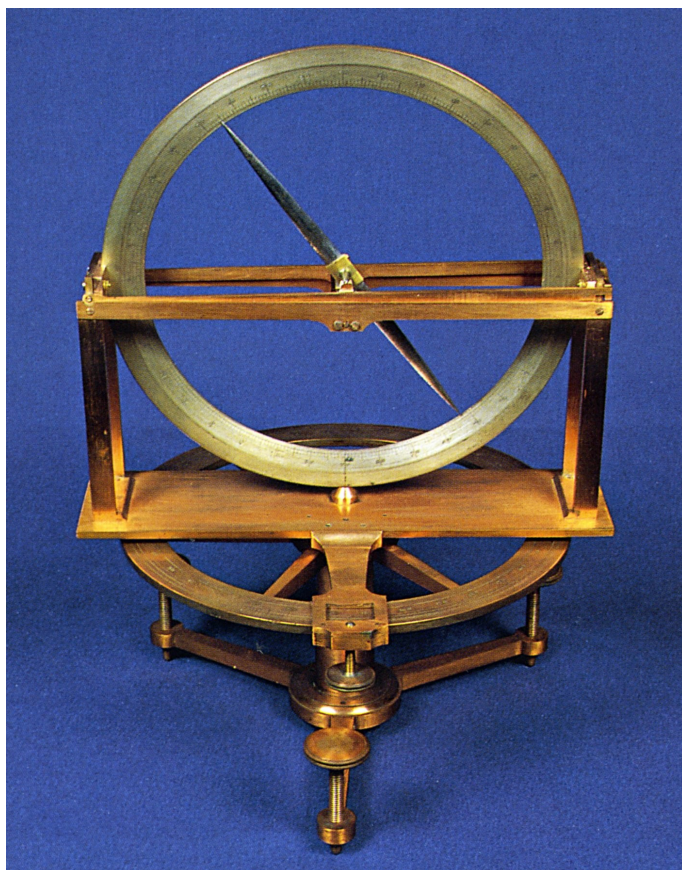
Figura 14: Inclinometro magnetico (bussola d'inclinazione) di Lenoir (1810)

nuovo governo proseguì la politica di sostegno alle istituzioni culturali e scientifiche che era stata propria degli Austriaci. Sembra anzi che Napoleone Bonaparte mirasse a fare di Milano la capitale culturale dell'Italia settentrionale, e per questa ragione vi concentrò mezzi, risorse e personale[33]. La situazione peggiorò decisamente dopo il 1815; dopo la sconfitta definitiva di Napoleone, il suo esilio a Sant'Elena e la restaurazione dell'*ancient régime*, Milano ritornò sotto il dominio dell'Impero Austriaco. Si trattava però di un impero ormai minato dai dissensi e dalle aspirazioni nazionalistiche di molte delle sue provincie, che non era più propenso a occuparsi della cultura e della scienza come in passato. Per l'Osservatorio furono anni bui: la drastica riduzione dei fondi disponibili comportò il ridimensionamento del personale e l'impossibilità di acquisire nuovi strumenti per sostituire quelli che ormai stavano diventando obsoleti. Quando Barnaba Oriani (che era stato direttore di Brera fino al 1817) morì nel 1832, lasciò in eredità all'Osservatorio una parte cospicua delle sue sostanze, in modo che si potesse continuare a pagare gli stipendi agli astronomi[34].

Nel XIX secolo gli astronomi studiavano anche il magnetismo terrestre. Nel 1830 vennero eseguite a Brera una serie di misurazioni che avevano lo scopo di determinare l'inclinazione del campo magnetico sul piano orizzontale. Lo strumento utilizzato per questo scopo (Figura 14) era dotato di un ago magnetico che poteva ruotare in un piano verticale, invece che orizzontalmente come nelle comuni bussole; l'angolo di inclinazione dell'ago veniva letto su un cerchio graduato di ottone. Nel 1835 l'Osservatorio partecipò a una campagna internazionale, promossa dal famoso fisico e matematico Karl Friedrich Gauss, dedicata alla misurazione delle variazioni geografiche e temporali del campo magnetico terrestre. Lo strumento usato per queste misure, un declinometro magnetico acquisito dall'osservatorio di Vienna, è in sostanza una versione ingrandita di una bussola di precisione. Consiste di una grossa barra di ferro magnetizzato (lunga circa 60 cm) sospesa a un sottilissimo filo di seta (lungo circa 2 m), in modo che possa ruotare liberamente per disporsi nella direzione del Nord magnetico. A una estremità della barra è fissato un piccolo specchio che serve per misurarne l'orientazione. A pochi metri di distanza dallo strumento è posto un piccolo telescopio con reticolo a croce puntato verso lo specchietto della barra; sotto il telescopio, ortogonalmente alla direzione della barra, è posta una scala graduata. L'operatore leggeva la tacca della scala graduata, riflessa nello specchio della barra, che corrispondeva al centro del reticolo del telescopio; da questa misura si poteva

33 In questa ottica può essere visto il trasferimento a Brera di parte della strumentazione che era stata in dotazione all'osservatorio di Antonio Cagnoli a Verona; lo stesso Cagnoli lavorò per un breve periodo all'Osservatorio di Brera.

34 A commento di questa vicenda Schiaparelli scriveva: *«Oriani, perché non andasse a fascio ogni cosa, dispose nel suo testamento di lire austriache 200 mila a favore della Specola per dare un soldo annuo di austriache 4500 ad un secondo astronomo e lire 900 ad un terzo allievo. E veramente … si ha ragione di credere, che, senza quest'atto di Oriani, l'Osservatorio più non esisterebbe o sarebbe abbandonato, come è avvenuto di alcun altro in Italia».*

Figura 15: Declinometro magnetico di Meyerstein (1835).
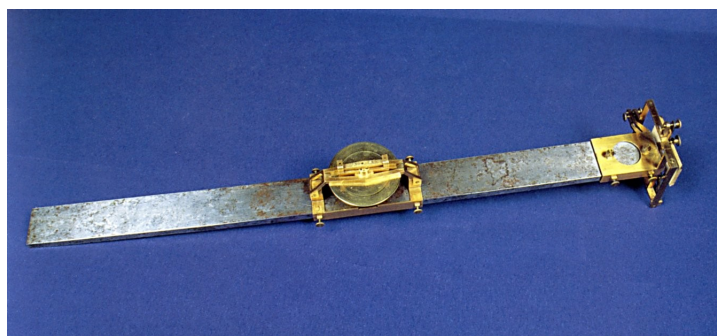
Figura 16: Barra del declinometro magnetico di Meyerstein: all'estremità destra è fissato lo specchio che serve per la misurazione.
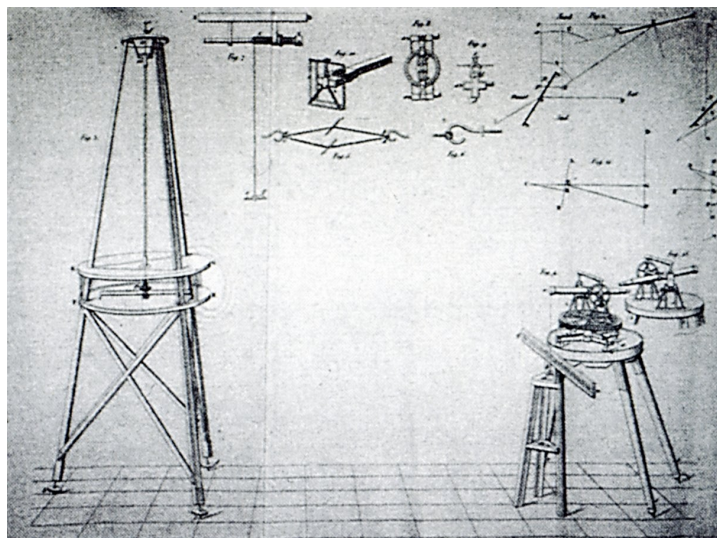
Figura 17: Illustrazione del metodo di misura dell'orientazione della barra del declinometro Meyerstein.

ricavare con precisione l'orientazione della barra (Figura 17). Per eliminare ogni possibile disturbo causato da correnti d'aria, la barra è contenuta in una scatola cilindrica di legno completamente chiusa, sul cui lato è presente un grosso foro (pure chiuso da una finestrella di vetro) per permettere la visione dello specchietto della barra magnetica; anche il filo che regge la barra è chiuso entro un tubo di vetro della lunghezza di circa 2 m. Le misure erano ripetute tutti i giorni quattro volte al giorno, tranne in giorni prefissati (una volta al mese) in cui, per studiare le variazioni a corto periodo del campo magnetico, le misure erano effettuate ogni cinque minuti. La campagna di misurazioni magnetiche durò per diversi decenni, fino all'inizio del XX secolo; uno dei risultati ottenuti fu la dimostrazione che esiste una correlazione tra le variazioni del campo magnetico terrestre e il ciclo undecennale dell'attività solare.

Nel 1859, con l'armistizio di Villafranca, la Lombardia fu annessa al Piemonte, come primo passo verso l'unificazione d'Italia. Questo evento politico ebbe immediate conseguenze sulle condizioni dell'Osservatorio di Brera; il governo piemontese, preoccupato di risollevare l'Osservatorio dal suo stato di crisi, dovuto alla mancanza di personale e di strumentazione scientifica, inviò a Brera come “secondo astronomo” Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910); due anni dopo, nel 1862, quando morì il precedente direttore Carlini, Schiaparelli prese il suo posto[35]. Schiaparelli era già noto come uno scienziato brillante, e si dimostrò anche un lavoratore instancabile; con la sua energia e

35 All'epoca Schiaparelli aveva solo 27 anni: è stato quindi il più giovane direttore in tutta la storia dell'Osservatorio.
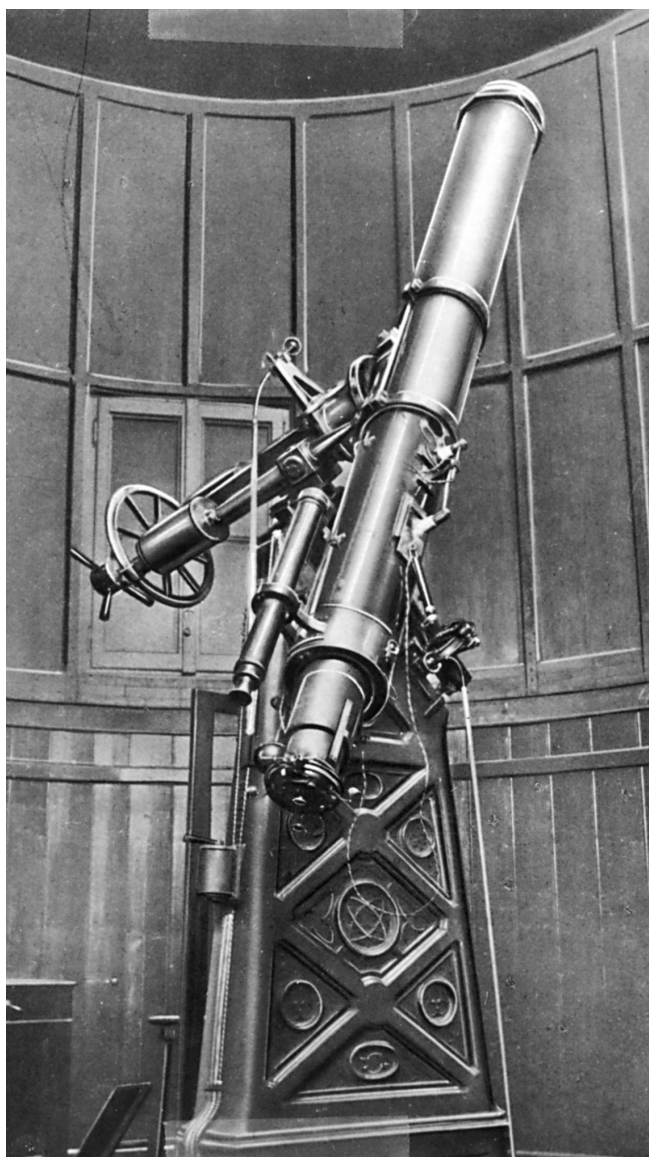
Figura 18: Rifrattore Merz da 22 cm (1863-65).

Figura 20: Moto orario del rifrattore Merz (1863-65).

Figura 19: Uno dei due micrometri filari in dotazione al rifrattore Merz da 22 cm (1863-65).

inventiva in poco tempo impresse un nuovo corso all'Osservatorio. Tra l'altro egli si era laureato al Politecnico di Torino, a quel tempo (dal 1861 al 1865) capitale d'Italia, e aveva avuto modo di conoscere di persona alcuni dei personaggi politici più influenti dell'epoca[36]. Grazie a questa combinazione di reputazione scientifica e di agganci politici egli riuscì a ottenere immediatamente per l'Osservatorio un nuovo strumento, che fu ordinato nel 1862 e giunse a Brera nel 1865, anche se la costruzione di una nuova cupola, di dimensioni sufficienti per ospitarlo, si protrasse per parecchi anni e il telescopio entrò in servizio regolare solo a partire dal 1875.

36 In particolare era stato allievo di Quintino Sella, Ministro delle Finanze del Regno d'Italia dal 1862 al 1873, e di Luigi Menabrea, Primo Ministro dal 1867 al 1869. Quintino Sella si era adoperato per far ottenere a Schiaparelli un finanziamento per compiere un viaggio in Europa (1857-60), durante il quale egli aveva studiato a Berlino con il famoso astronomo Encke e all'Osservatorio di Pulkovo (a San Pietroburgo); Schiaparelli aveva interrotto questo soggiorno nel 1860, quando gli era stato offerto il posto a Brera.

Figura 21: Mappa di Marte compilata da Schiaparelli sulla base delle osservazioni durante l'opposizione del 1883-4.

Il nuovo telescopio era un rifrattore costruito in Germania dalle officine Merz; l'obiettivo era una lente del diametro di 22 cm e della lunghezza focale di 3.15 m. Oltre ad avere un'apertura molto più grande rispetto agli strumenti allora disponibili a Brera, si trattava di un telescopio di elevata qualità ottica, che permetteva una grande precisione nelle misurazioni micrometriche. Era dotato di una montatura equatoriale mossa automaticamente da un meccanismo a contrappesi, simile a quello di un grosso orologio a pendolo[37]. Lo strumento era stato richiesto soprattutto per la compilazione di un catalogo di stelle doppie[38], ed era dotato per questo di due micrometri filari di precisione (Figura 19). All'osservazione di stelle doppie Schiaparelli dedicherà una parte cospicua della sua attività osservativa[39], senza tuttavia trascurare altri campi: osservazioni di comete, asteroidi e delle superfici dei pianeti principali del Sistema Solare.

Le osservazioni di Marte, per cui soprattutto Schiaparelli è famoso, iniziarono quasi per caso: una notte in cui le condizioni meteorologiche non permettevano le previste misurazioni di stelle doppie, Schiaparelli puntò il telescopio su Marte e si accorse che, con il nuovo strumento, poteva distinguere dettagli della superficie del pianeta che non erano riportati in nessuna delle mappe disponibili all'epoca. Egli quindi iniziò uno studio sistematico della topografia marziana, osservando il pianeta a ogni opposizione[40] e pubblicando una serie di mappe che mostravano dettagli sempre più fini della

37 Tuttavia nei suoi diari osservativi Schiaparelli rileva che questo meccanismo non funzionava molto bene e richiedeva frequenti messe a punto.

38 O, più precisamente, di sistemi stellari binari, cioè di sistemi di due stelle che ruotano attorno al comune centro di massa, legate dalla reciproca attrazione gravitazionale. L'osservazione prolungata di questi sistemi (a volte anche per anni o decenni) permette di calcolarne l'orbita e da questa, utilizzando le leggi di Keplero, di stimarne la massa; ancora oggi questo è il metodo più diretto per misurare la massa di una stella.

39 Nell'ultima pagina del suo diario osservativo Schiaparelli annota: *«Tornato a Milano, confidava di poter ripigliare le osservazioni almeno fino alla fine del 1900; ma la salute non era più sufficiente per reggere ad una simile fatica e l'occhio sempre più disadatto. Devo pertanto rassegnarmi a terminare qui le mie osservazioni equatoriali, cominciate nel Febbraio 1875 coll'8 pollici e con esso condotte fino al 1886, indi proseguite col 18 pollici per 15 anni fino al 1900. Misure di stelle doppie in tutto 11775 …* (seguono i dati di una misurazione micrometrica) … *Ultima mia osservazione mal riuscita, la quale mi persuade della necessità inevitabile di non continuare queste osservazioni. Cecidere manus. 29 Ott 1900.»*

40 La distanza di Marte dalla Terra varia nel tempo da un minimo di 0.36 AU (Unità Astronomiche) fino a un massimo di 2.68 AU, a seconda della posizione dei due pianeti sulla loro orbita. L'avvicinamento massimo si verifica quando Marte è in *opposizione* con il Sole, cioè si trova dalla parte opposta del Sole rispetto alla Terra, una condizione favo-

Figura 22: Rifrattore Merz-Repsold da 49 cm (1881-82).

superficie del pianeta. All'epoca la fotografia esisteva già da qualche decennio ma non aveva ancora una sensibilità sufficiente per poter essere utilizzata in astronomia. Perciò le osservazioni erano ancora effettuate a occhio nudo: gli astronomi passavano ore all'oculare del telescopio, cercando di sfruttare al massimo i rari momenti in cui la turbolenza atmosferica era minore e permetteva di avere una visione più distinta del corpo che stavano osservando. Nel tentativo di registrare anche i più fini dettagli della superficie di Marte, Schiaparelli fu vittima di una specie di illusione ottica, per cui il cervello tende a dare una struttura geometrica definita anche ai particolari che sono colti dall'occhio in modo vago e indistinto. Così le sue mappe si popolarono di strutture sottili e rettilinee (Figura 21) che vennero chiamate *canali*, e che con il passare degli anni mostravano variazioni di forma e di colore, e addirittura sembravano sdoppiarsi (geminazione). Oggi si sa che questi canali non corrispondono a strutture realmente esistenti sulla superficie di Marte ma all'epoca le osservazioni, interpretate come rilevazioni fedeli della topografia marziana, suscitarono grande interesse e accesi dibattiti. Benché Schiaparelli sia sempre stato molto cauto nell'ipotizzare quale fosse la vera natura dei canali[41], altri astronomi presero posizioni molto più nette, asserendo che essi fossero opera di una civiltà extraterrestre che abitava Marte[42].

La produzione scientifica di Schiaparelli comunque spazia su quasi tutti i campi dell'astronomia conosciuta all'epoca: osservazione e determinazione delle orbite di asteroidi, studi sulla struttura della Galassia, sulle comete e sulle meteore[43], geodesia e geomagnetismo, storia dell'astronomia. Nel 1880 Schiaparelli ottenne un finanziamento[44] per acquistare un telescopio ancora più potente. Il

revole all'osservazione anche perché in questo caso l'emisfero visibile del pianeta è illuminato frontalmente. Di fatto le osservazioni astronomiche di Marte si svolgono in un breve periodo di tempo attorno all'opposizione, una condizione che si verifica ogni 2.14 anni.

41 La controversia fu alimentata anche dal fatto che nelle traduzioni inglesi dei lavori di Schiaparelli il termine *canale* fu reso con la parola *canal* (che indica un canale artificiale), invece che con il termine generico *channel* (che può applicarsi anche a formazioni naturali).

42 Ad esempio l'astronomo statunitense Percival Lowell (1855-1916) condusse una serie di osservazioni della superficie di Marte, pubblicando mappe dettagliate che mostravano una rete di canali ancora più fitta di quelle di Schiaparelli. Egli era fermamente convinto che i canali fossero di natura artificiale, opere di ingegneria idraulica costruite dagli abitanti di Marte per ovviare alla scarsità di acqua del pianeta, ed espresse queste sue tesi in una serie di libri che ebbero una forte influenza sull'opinione pubblica.

43 All'epoca non era ancora chiaro se le meteore fossero prodotte da corpi celesti o fossero solamente un fenomeno atmosferico; Schiaparelli fu il primo a dimostrare l'origine cometaria degli sciami meteorici, compilando un catalogo di misurazioni delle traiettorie di meteore e osservando che le loro direzioni coincidevano con quelle delle orbite di alcune comete.

44 Per porre questo fatto nel suo contesto storico occorre ricordare che all'epoca il neonato stato italiano stava affrontando difficoltà economiche molto gravi, che lo avevano costretto a introdurre l'odiosa tassa sul macinato; l'introduzione della tassa aveva sollevato violente proteste e sommosse che erano state duramente represse (con un bilancio di 250 morti e un migliaio di feriti). Ciononostante il Parlamento aveva approvato quasi all'unanimità lo stanziamento
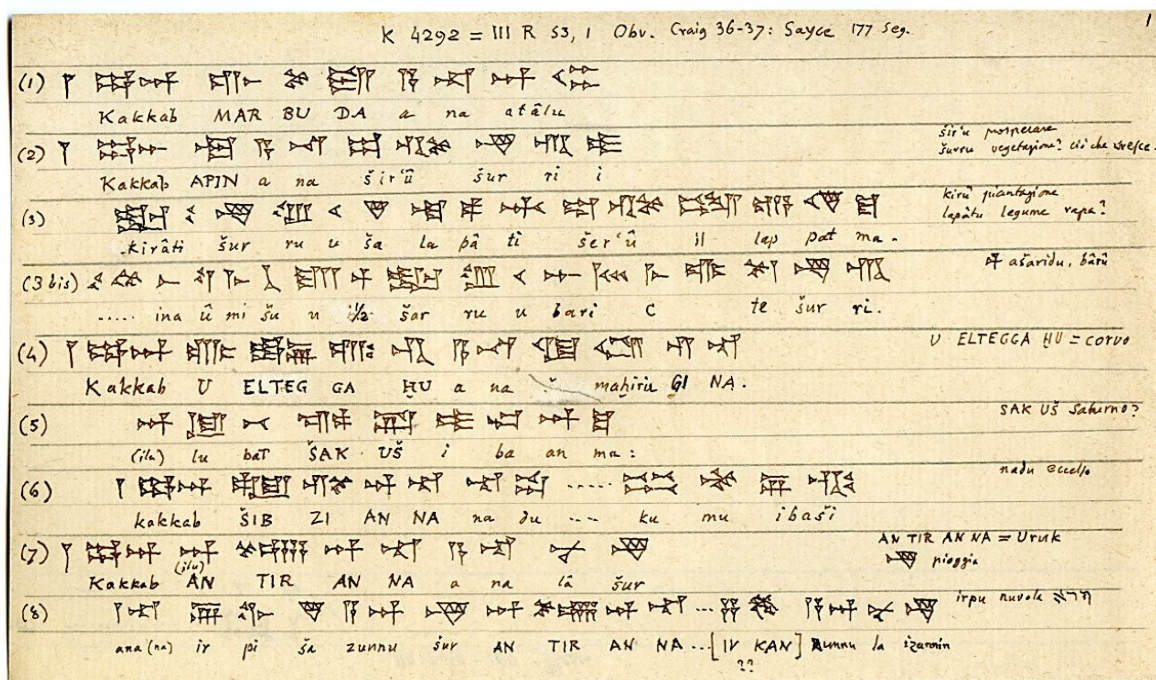
Figura 23: Manoscritto di Schiaparelli con la trascrizione del testo (in caratteri cuneiformi) di una tavoletta assiro-babilonese, nell'ambito dei suoi studi sull'astronomia antica.

nuovo strumento (allora uno dei più grandi in Europa) giunse a Brera nel 1882 e fu usato su base regolare a partire dal 1886. Era un rifrattore, costruito in collaborazione dalle officine tedesche Merz (per la parte ottica) e Repsold (per la montatura), con un diametro di 49 cm e una lunghezza focale di 7 m.

Le condizioni osservative di Brera stavano rapidamente peggiorando a causa dello sviluppo della città, tanto che già dal 1838 Francesco Carlini, allora direttore dell'Osservatorio, si era posto il problema di trovare una nuova sede al di fuori della città; alla fine del secolo Schiaparelli si lamentava del fatto che non era più possibile effettuare le osservazioni con la stessa precisione di vent'anni prima[45]. Finalmente Emilio Bianchi, direttore dell'Osservatorio dal 1922, ottenne come nuova sede villa San Rocco a Merate (un paese della Brianza a circa 30 km a nord-est di Milano), una struttura che era stata adibita a ospedale durante la Prima Guerra Mondiale e che era allora inutilizzata. Dopo i necessari lavori di adattamento, nel 1926 venne installato a Merate un nuovo telescopio, un riflettore Zeiss (Figura 24) che l'Italia aveva ottenuto dalla Germania in conto di riparazione dei danni di guerra per la Prima Guerra Mondiale, secondo il dettato del trattato di Versailles.

Telescopio riflettore Zeiss (1926). L'obiettivo del telescopio è costituito da uno specchio di 102 cm di diametro e 5 m di lunghezza focale (rapporto focale f/5). Il telescopio può essere utilizzato sia in

per il nuovo telescopio; Quintino Sella, in una lettera scritta a Schiaparelli per informarlo sulla votazione, così riportava: *«Caro Amico eccoti il risultato della votazione a scrutinio segreto. Favorevoli 192 / Contrari 37 / Votanti 229. La votazione è veramente splendida e negli uffici e nella Camera si disse esplicitamente che si dava il canocchiale perché vi era un astronomo che lo valeva. La stima che si ha di te ci entrò per moltissimo nel voto. Puoi quindi essere lieto e fiero della dimostrazione solenne tanto che non ne ricordo l'eguale, che ti diede la tua patria».*

45 *«Certo è che la città, in mezzo alla quale la Specola si trova, si estende rapidamente da tutte le parti; il fumo del carbone rende l'atmosfera sempre più opaca, e l'abuso della luce elettrica comincia a toglier molto dell'oscurità della notte»* (Cronaca della Specola di Brera, 1893).
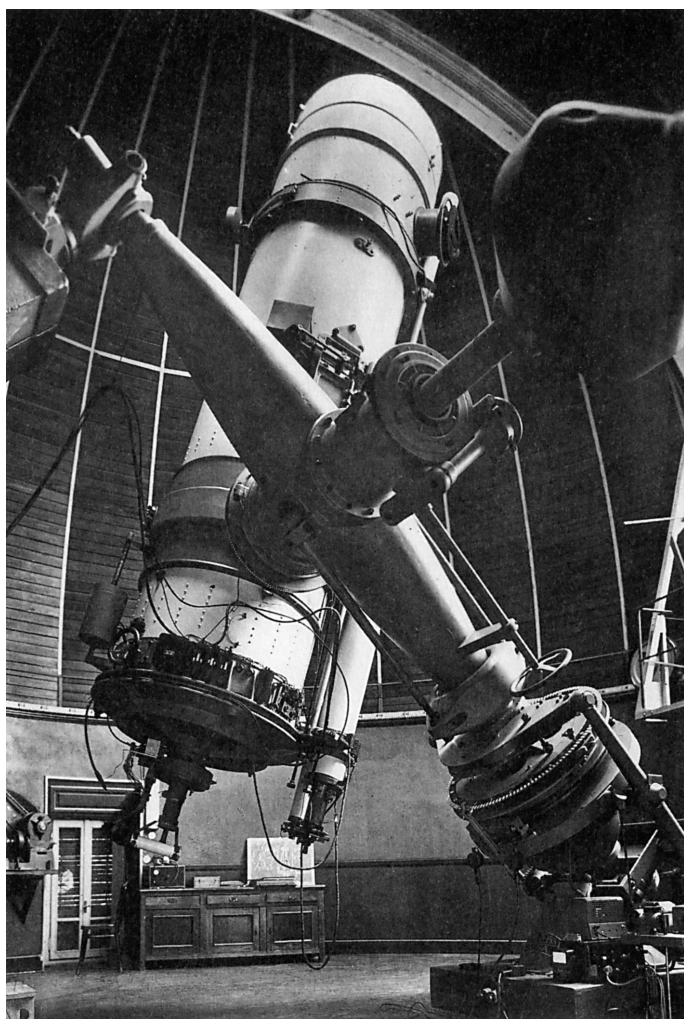
Figura 24: Riflettore Zeiss da 102 cm (1923-26).
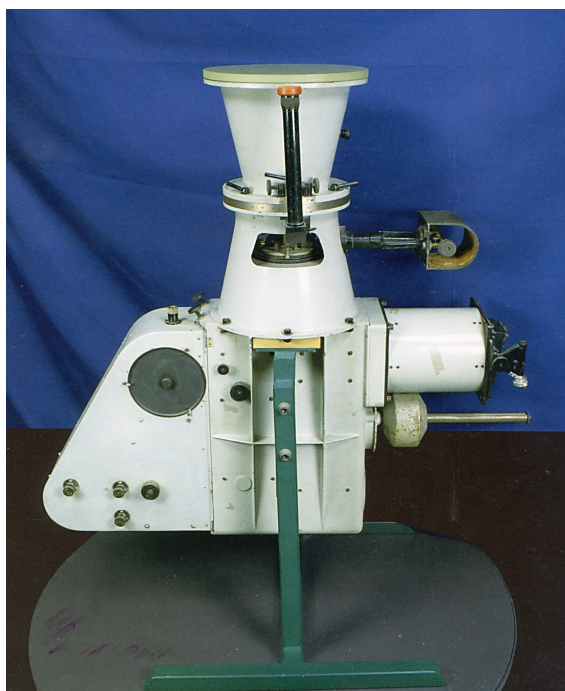
Figura 25: Uno dei due spettrografi in dotazione al riflettore Zeiss (1923-26).

configurazione newtoniana[46] che in configurazione Cassegrain[47]: in questo caso la lunghezza focale effettiva risulta di 16 m (e il rapporto focale f/16). Il telescopio era dotato di un telescopio di guida[48] da 20 cm di apertura e 3 m di lunghezza focale, di due cercatori[49], di una serie di oculari e di due spettrografi (Figura 25). Il confronto tra questo strumento (che allora era il più grande in Europa) e quelli usati all'epoca di Boscovich evidenzia con chiarezza il cambiamento di interessi della ricerca astronomica nel corso del secolo e mezzo trascorso, dall'*astrometria* (misura della posizione dei corpi celesti) all'*astrofisica* (studio delle loro caratteristiche fisiche). Le misurazioni astrofisiche non richiedono un elevato numero di ingrandimenti[50] ma di raccogliere la maggior quantità di luce pos-

---

46 Nei telescopi newtoniani la luce focalizzata dallo specchio principale (obiettivo) viene deflessa lateralmente da uno specchio piano posto davanti ad esso e inclinato di un angolo di 45°. In strumenti di grandi dimensioni come questo il fuoco newtoniano è difficile da utilizzare per l'osservazione visuale diretta, in quanto l'oculare si troverebbe vicino alla sommità del tubo del telescopio e sarebbe quindi difficilmente raggiungibile; esso viene quindi usato principalmente per immagini fotografiche, per le quali presenta il vantaggio di una focale più corta a quindi di un campo più ampio.

47 In un telescopio Cassegrain la luce focalizzata dall'obiettivo viene nuovamente riflessa verso di esso da uno specchio divergente (iperbolico) e passa attraverso un foro praticato al centro dello specchio principale; il fuoco si trova quindi appena dietro lo specchio principale, in posizione facilmente raggiungibile. Inoltre lo specchio secondario divergente aumenta la lunghezza focale effettiva dello strumento, e quindi il suo potere di ingrandimento.

48 Il *telescopio di guida*, dotato di un reticolo a croce, è coassiale al telescopio principale e permette di mantenere con precisione il suo puntamento sul corpo celeste osservato, correggendo le piccole ineguaglianze di velocità del motore di movimento diurno.

49 Il *cercatore* è un piccolo telescopio dotato di basso potere di ingrandimento e ampio campo di vista che serve per facilitare il puntamento del telescopio principale.

50 Un forte potere di ingrandimento potrebbe addirittura essere controproducente, perché il ristretto campo di vista che esso comporta renderebbe difficile l'osservazione di oggetti estesi (nebulose, galassie o ammassi di galassie).

Figura 26: Gli strumenti dei passaggi installati negli anni '50 nella *Cupola a fiore* della sede di Brera dell'Osservatorio.

sibile, in modo da poterla facilmente analizzare con strumenti come fotometri o spettrografi[51]: la caratteristica più importante di un telescopio quindi non è più la sua lunghezza focale ma il diametro del suo obiettivo. La crescita delle dimensioni dell'obiettivo dei telescopi ha poi portato all'abbandono degli strumenti *rifrattori* (in cui l'obiettivo è costituito da una lente) a favore dei *riflettori* (in cui l'obiettivo è uno specchio). Infatti una lente di grande diametro, per avere la curvatura che le permetta di focalizzare correttamente i raggi luminosi, deve necessariamente avere anche un grande spessore, e ciò produce una forte attenuazione della luce a causa dell'assorbimento dovuto alla non perfetta trasparenza del vetro; questo problema ovviamente non sussiste quando l'obiettivo è costituito da uno specchio, che focalizza la luce per riflessione[52]. Di fatto gran parte degli strumenti con apertura superiore al mezzo metro sono riflettori[53].

A Merate vennero progressivamente trasportati alcuni degli strumenti di osservazione precedentemente installati a Brera: ad esempio nel 1936 vi venne trasferito il rifrattore Merz-Repsold da 49 cm, che fu utilizzato fino agli anni '60. L'attività osservativa della sede di Brera comunque non cessò del tutto: fino agli anni '70 vi vennero effettuate regolarmente osservazioni dei transiti al meridia-

51 Il fotometro misura la quantità di luce emessa da un corpo celeste in una certa banda spettrale; a questo scopo la luce viene preventivamente filtrata da un filtro colorato in modo da eliminare le componenti estranee alla banda. Lo spettrografo analizza la luce proveniente dal corpo celeste suddividendola nelle sue componenti di differente lunghezza d'onda. Entrambi i metodi d'analisi hanno quindi bisogno di una quantità di luce molto superiore a quella necessaria per ottenere la semplice immagine dell'astro.

52 Inoltre è molto più facile reggere l'enorme peso di questi grossi obiettivi nel caso di uno specchio, che può essere fissato alla montatura su tutta la sua superficie posteriore, che nel caso di una lente, che ovviamente può essere sostenuta solo lungo il suo bordo.

53 Il più grande telescopio rifrattore del mondo è quello installato all'osservatorio di Yerkes (vicino a Chicago, USA) nel 1895: ha un diametro di 102 cm e una lunghezza focale di 19 m.
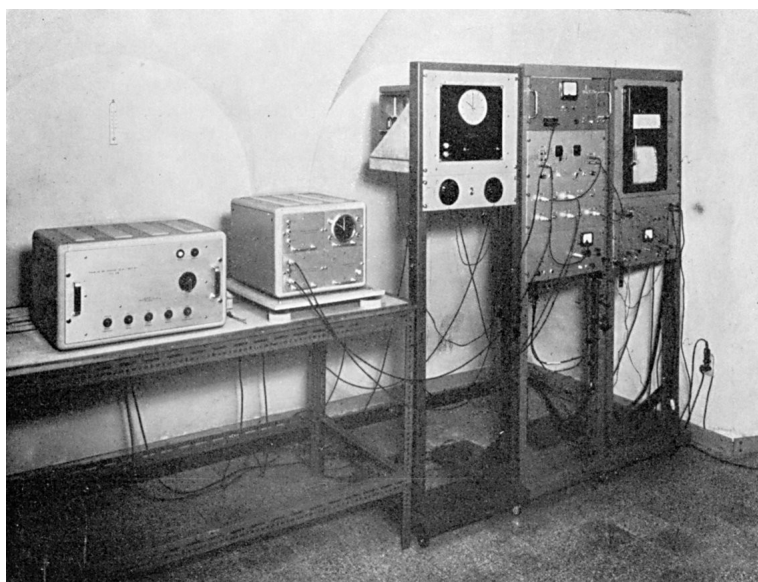
Figura 27: Strumentazione nel Centro di Cronometria dell'Osservatorio di Brera attorno al 1960.

no di stelle utilizzando strumenti dei passaggi, con lo scopo di determinare con precisione il tempo siderale[54], e osservazioni ottiche di satelliti artificiali. A partire dal 1935 fu attivo a Brera un Centro di Cronometria, che aveva il compito di certificare la precisione di cronometri per uso scientifico e civile e di fornire il segnale orario alla città di Milano, attraverso un apposito ponte radio. Distrutto durante i bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale, il Centro fu ricostituito nel 1958, dotandolo di apparecchiature più moderne (tra cui orologi al quarzo e al rubidio). Oltre a mantenere la sua funzione civile di certificazione di cronometri e distribuzione del tempo (alla rete telefonica della SIP), il Centro di Cronometria, congiuntamente alle osservazioni dei transiti delle stelle, permetteva di effettuare studi sulle variazioni della velocità di rotazione terrestre[55].

D'altra parte la crescente urbanizzazione della Brianza e il conseguente aumento dell'inquinamento luminoso hanno peggiorato le condizioni osservative di Merate al punto che ormai esistono ben pochi campi dell'astronomia che possono trarre vantaggio da osservazioni fatte in questa sede; perciò da diversi anni i telescopi di Merate, seppur ancora funzionanti, sono utilizzati soprattutto per scopi didattici e divulgativi[56]. Gli astronomi del giorno d'oggi eseguono le loro osservazioni recandosi in osservatori costruiti in aree il più possibile lontane dai centri abitati (Cordigliera delle Ande, deserto dell'Arizona, vette dei vulcani delle Hawaii, ecc.) e ritornano ai propri istituti di origine con le immagini digitalizzate e le misure effettuate in tali trasferte[57]: nelle sedi di Brera e di Merate vengono comunemente utilizzati, più che strumenti di osservazione astronomica, calcolatori che permettono di analizzare le immagini e gli spettri presi altrove. A Merate sono anche situati laboratori per lo sviluppo e la produzione di strumentazione scientifica: oggi come ai tempi di Giuseppe Megele i ricercatori hanno bisogno per i loro studi di apparecchiature innovative che non si trovano già pronte sul mercato e che quindi essi devono costruirsi da soli. In particolare a Merate è attivo un centro di progettazione e di sviluppo di telescopi per l'osservazione dei raggi X che è famoso in tutto il mondo e che ha fornito le ottiche per diversi satelliti artificiali dedicati a questo tipo di ricerca[58].

---

54 Il *tempo siderale* è l'angolo tra il meridiano fondamentale terrestre e il punto γ dell'Ariete, origine delle coordinate celesti, cioè l'angolo di rotazione della Terra rispetto alla sfera delle stelle fisse.

55 La velocità di rotazione della Terra, pur essendo uniforme con grandissima approssimazione (tanto da essere stata usata fino a tempi recenti come *standard* per la misura del tempo), è in realtà soggetta a piccolissime variazioni (dell'ordine di pochi miliardesimi del suo valore medio) che possono essere evidenziate confrontando i tempi di transito al meridiano di stelle fisse con i tempi forniti da orologi di altissima precisione (come gli orologi atomici al cesio o al rubidio).

56 Questa è stata del resto la sorte di tutti i telescopi nelle sedi “storiche” degli osservatori italiani, situate in aree densamente popolate.

57 Qualcuno ha osservato scherzosamente che, per l'astronomo di oggi, la valigia e l'aereo sono strumenti di lavoro altrettanto importanti dei telescopi e dei computer.

58 Poiché la radiazione X è completamente assorbita dall'atmosfera, l'osservazione del cielo in questa banda spettrale può essere effettuata solo dallo spazio.

Bibliografia

AA. VV., *Da Brera a Marte. Storia dell'osservatorio astronomico di Milano*, Nuovo Banco Ambrosiano (1983)

AA. VV., *I cieli di Brera. Astronomia da Tolomeo a Balla*, a cura di Graziella Buccellati, Università degli Studi di Milano (2000)

Elio Antonello, *I primi 150 anni dell'Osservatorio Astronomico di Brera*, preprint, Milano (2009)

Enrico Miotto, Guido Tagliaferri, Pasquale Tucci, *La strumentazione nella storia dell'Osservatorio astronomico di Brera*, Unicopli, Milano (1989)

Università degli Studi di Milano - Istituto di Fisica Generale e Applicata, *The astronomical Museum of Brera observatory*, **http://www.brera.unimi.it/eng/museo/index.html**

Francesco Zagar, *L'Osservatorio Astronomico di Milano nella Storia*, Atti del Convegno per il 250° anniversario della nascita di R.G. Boscovich e per il 200° anniversario della fondazione dell'Osservatorio di Brera, Milano (1962)